

Таким образом, экологические проблемы для Свердловской области и всей РФ, являются приоритетными. Их решение должно стать одной из первоочередных задач государственной политики РФ, т.к. дальнейший рост экономики не возможен без учета экологического фактора, который на данном этапе экономического развития РФ становится определяющим.

---

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году». М.: АНО «Центр международных проектов», 2007. 500 с.

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2006 году». Екатеринбург, 2007. 300 с.

Е.О. Богдан, И.А.Левицкий

*Белорусский государственный технологический университет – БГТУ*

### **МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ШЛАМЫ**

In this article results of research of migration of chemical substances from the building ceramics, containing from 10 up to 50 weight % galvanic slurries, in the modeling environment are presented. It is established, that the level of migration substantially depends on structure of ceramic masses and time of an exposition in the distilled water. And the prevailing quantity amount of investigated elements is washed away within the first day of an exposition. It is established, that a level of migration of chemical substances from the samples containing up to 40 weight % of galvanic slurries, meets the requirements HS 2.1.5.10-21-2003.

Значительная доля в общем объеме промышленных отходов металлургической и машиностроительной промышленности принадлежит шламам, образующимся при очистке сточных вод гальванических производств. Складирование данных отходов на полигонах без предварительной обработки представляет угрозу окружающей среде, так как тяжелые металлы могут вымываться талыми и ливневыми водами и поступать в водоёмы и водотоки, подземные воды, включаться в биосферные циклы. Невысокий уровень

утилизации гальванических шламов объясняется сложностью химического состава и содержанием значительного количества различных соединений тяжелых металлов – Ni, Cu, Cr, Co, Zn, Pb, Fe, Cd и других.

Одним из способов утилизации отходов является их использование в качестве компонента керамической массы при производстве строительных материалов, в том числе керамического лицевого кирпича, так как данное производство является крупнотоннажным и позволяет реализовывать значительные объемы указанных шламов.

Гальванические шламы позволяют не только корректировать технологические свойства шихты, физико-химические характеристики керамических образцов, но их цветовые характеристики изделий благодаря наличию широкого спектра соединений d-элементов, обуславливающих окраску материалов.

Предполагается [1], что при термообработке свыше 1000°C материалы на основе указанных отходов химически инертны, т.е. практически не вступают во взаимодействие с элементами окружающей среды, что объясняется образованием труднорастворимых соединений тяжелых металлов.

В то же время известно, что присутствующие в составе шламов хром, цинк, медь, кадмий, кобальт и другие элементы обладают высокой биологической и миграционной активностью. Проникая в поверхностные и грунтовые воды, накапливаясь в растениях, они создают опосредованную опасность воздействия на организм человека. Воздействие кислотных атмосферных осадков, механические повреждения и другие факторы могут привести к нарушению целостности изделия, его конструкции и способствовать миграции из строительного материала вредных компонентов, поэтому при утилизации гальванических шламов необходим строгий контроль уровня миграции токсичных элементов.

Целью настоящей работы являлось изучение миграции вредных веществ из образцов керамического лицевого кирпича, содержащего в своем составе гальванический шлам.

В результате исследований, выполненных нами ранее [2], разработаны

составы объемно окрашенных керамических масс на основе полиминеральной легкоплавкой глины месторождения «Заполье» (Витебская обл., Беларусь) и железосодержащих отходов Гомельского станкостроительного завода им. Кирова (ГСЗ), образующихся при очистке сточных вод гальванического производства методом электрокоагуляции. В соответствии с токсикологическими исследованиями, проведенными ГУ «Гомельский областной клинический центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», шламы ГСЗ относятся к 4 классу опасности.

Химический состав шламов представлен следующими оксидами, мас. %:  $\text{SiO}_2$  0,44–1,35;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,20–0,30;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  58,7–65,8;  $\text{CaO}$  1,45–3,73;  $\text{MgO}$  0,16–2,22;  $\text{K}_2\text{O}$  0,01–0,02;  $\text{Na}_2\text{O}$  2,58–15,4;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  4,01–6,39;  $\text{NiO}$  0,04–0,42;  $\text{CuO}$  0,08–0,13;  $\text{ZnO}$  2,42–9,45; ппп 9,4–15,1.

С целью введения различного количества красящих оксидов в составы керамических масс содержание указанных шламов изменяли от 10 до 50 мас. % с шагом варьирования 10%. Опытные образцы получали по технологии полусухого прессования со шликерной подготовкой массы.

Предварительно измельченные до размера зерен не более 5 мм компоненты подвергались помолу в шаровой мельнице мокрого помола до остатка на контрольном сите с сеткой №0063 в количестве не более 1–2%. В результате сушки шликерной суспензии получали пресс-порошок влажностью 5–7%. Формование изделий осуществляли методом полусухого прессования при давлении  $25 \pm 2$  МПа. Отпрессованные образцы высушивали при температуре  $110^\circ\text{C}$  до постоянной массы. Обжиг полуфабриката изделий осуществляли при  $1050 \pm 20^\circ\text{C}$  с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

На начальных этапах исследования в качестве модельной среды, в которую осуществлялась миграция, выбрана дистиллированная вода. Опытные образцы в виде цилиндров диаметром  $30 \pm 1$  мм и высотой  $15 \pm 1$  мм помещали в модельную среду и выдерживали при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 1, 3 и 30 суток. Полученные водные вытяжки исследовали методом фотометрии и инверсионной вольтамперметрии.

Определение цинка, меди, кадмия и свинца осуществлялось методом инверсионной вольтамперометрии, основанном на получении вольтамперограмм после предварительного накопления анализируемого компонента на поверхности индикаторного (рабочего) электрода. Измерение концентрации элементов проводили на вольтамперометрическом анализаторе АВА-2, сопряженном с компьютером, при помощи программного обеспечения двумя методами: по амплитуде пика и по его площади.

Изучение миграции хрома (IV, III), никеля (II) и железа (III, II) осуществляли фотометрическим методом [3]. Определение указанных ионов основано на их способности образовывать с соответствующими реагентами окрашенных соединений и последующим фотометрированием при определенной длине волны.

Определение содержания железа основано на реакции ортофенантролина с ионами двухвалентного железа в области pH 3–9 с образованием комплексного соединения, окрашенного в оранжево-красный цвет. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа. Восстановление железа до двухвалентного проводится в кислой среде гидросиломином. Диапазон измерений массовой концентрации железа без разбавления пробы составляет 0,05 – 2,0 мг/л [3].

Сущность метода определения никеля в водных вытяжках заключается в способности последнего образовывать с  $\alpha$ -фуриллидиоксимом внутрикомплексное нерастворимое в воде, но растворимое в хлороформе соединение [3].

В связи с тем, что вытяжки из исследуемых образцов характеризовались окрашиванием в светло-желтый цвет за счет миграции хрома (IV), определение последнего проводилось без использования дополнительных реактивов.

В таблице приведены значения миграции вредных веществ, выделившихся в дистиллированную воду из опытных образцов (усредненные значения по 5 пробам), после суточной и 3-суточной экспозиции.

Как видно из приведенной таблицы, миграция цинка, меди и никеля незначительно изменяется как при увеличении содержания шлама от 10 до

50 мас. %, так и при увеличении времени выдержки в модельной среде.

### Миграция вредных веществ из опытных образцов

Содержание шлама в массе, мас. %	Концентрация вредных веществ						
	через 1 сутки, мг/л						
	Cr <sup>+6</sup>	Fe <sup>+2</sup> , Fe <sup>+3</sup>	Zn <sup>+2</sup>	Cu <sup>+2</sup>	Cd <sup>+2</sup>	Pb <sup>+2</sup>	Ni <sup>+2</sup>
10	0,005	0,052	0,266	0,074	0,00008	0,0003	0,004
20	0,012	0,110	0,268	0,091	0,0001	0,0005	0,008
30	0,015	0,184	0,283	0,112	0,0002	0,0008	0,010
40	0,018	0,210	0,293	0,114	0,0004	0,001	0,014
50	0,053	0,290	0,311	0,136	0,0006	0,003	0,016
	через 3 суток						
10	0,009	0,090	0,296	0,094	0,0001	0,0006	0,009
20	0,014	0,170	0,302	0,118	0,0003	0,0008	0,012
30	0,018	0,201	0,317	0,127	0,0005	0,001	0,015
40	0,023	0,270	0,324	0,143	0,0007	0,003	0,018
50	0,058	0,340	0,338	0,159	0,0008	0,005	0,021

Выделение ионов цинка из керамического материала составляет 0,266 – 0,338 мг/л, что значительно ниже значений предельно допустимой концентрации (ПДК) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, составляющих 1 мг/л [4].

Исследуемые вытяжки характеризуются невысоким уровнем миграции ионов меди, концентрация которых в водных вытяжках составляет 0,074 – 0,159 мг/л, что в 6–10 раз меньше ПДК, равной 1 мг/л.

Дополнительно проведенные исследования по определению концентрации ионов меди и цинка через 30 суток экспозиции в модельной среде позволили установить, что указанные элементы находятся на уровне ПДК.

В связи с высокой токсичностью хрома (IV) предъявляются строгие требования к его содержанию в воде, которое не должно превышать 0,05 мг/л

[4]. Увеличение содержания гальванического шлама в составе керамической массы до 50 мас. % и времени выдержки образцов в дистиллированной воде приводит к повышению уровня миграции ионов  $\text{Cr}^{+6}$  от 0,05 до 0,058 мг/л. Установлено, что через 30 суток экспозиции в модельной среде наблюдается незначительное превышение содержания хрома (IV) до 0,061 мг/л. В связи с этим исследуемые образцы, содержащие 50 % гальванического шлама по массе, не удовлетворяют требованиям ГН 2.1.5.10–21–2003 в части, касающейся нормирования хрома.

Как видно из приведенной таблицы, уровень миграции ионов железа (II, III) составляет 0,052 – 0,34 мг/л. Анализ полученных данных показывает, что концентрация данного элемента несколько превышает ПДК, составляющего 0,3 мг/л при введении шламов в состав массы 50 мас. %.

Анализ данных по концентрации  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  и  $\text{Ni}^{+2}$  в вытяжках, полученных через 1 и 3 суток экспозиции, показывает, что уровень миграции указанных элементов характеризуется невысокими значениями, находящимися ниже уровня ПДК, составляющего 0,001, 0,03 и 0,1 мг/л соответственно [4]. Вытяжки, полученные после 30 суток выдержки образцов в дистиллированной воде, также удовлетворяют требованиям ГН 2.1.5.10–21–2003 по части нормирования кадмия, свинца и никеля. Данное явление объясняется низким содержанием указанных элементов в составе гальванического шлама, а также способностью керамической массы в процессе термообработки связывать их в труднорастворимые соединения.

На основании проведенных исследований установлено, что миграция химических веществ из образцов строительной керамики, содержащих от 10 до 50 % по массе гальванических шламов, в значительной степени зависит от состава керамической массы и времени экспозиции в модельной среде. Причем преобладающее количество исследуемых элементов вымывается в течение первых суток экспозиции. Установлено, что уровень миграции химических веществ из образцов, содержащих до 40 мас. % гальванических шламов, удовлетворяет требованиям ГН 2.1.5.10–21–2003. Предполагается, что

невысокие концентрации вредных и токсичных веществ в водных вытяжках объясняются как фиксацией их в стеклофазе, образованной легкоплавкими составляющими керамической шихты в процессе обжига, так и их связыванием в труднорастворимые соединения (силикаты, алюмосиликаты и др).

### Список литературы

1. Лысухо Н.А. Образование отходов и их переработка в Республике Беларусь / Н.А.Лысухо. Минск: Лоранж-2, 2001.46 с.
2. Богдан Е.О. Объемно окрашенные керамические массы для изготовления лицевого кирпича с использованием отходов промышленности / Е.О.Богдан, И.А.Левицкий. Труды БГТУ. Серия «Химия и технология неорганических веществ». 2007. С. 89–92.
3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю.Лурье. М.: Химия, 1984. 448 с.
4. ГН 2.1.5.10–21–2003. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: сб. гигиенич. нормат. по разделу: сб. коммунальной гигиены. Минск: Минздрав РБ. С. 38–92.

А. А. Жукова

*Уральский государственный технический университет – УПИ*

### **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ**

For clearing water it is possible to use oxidizers alternative to chlorine, first of all ozone.

Россия обладает огромными ресурсами пресной воды, она занимает второе место в мире по ее запасам. Из-за нерационального использования этих богатств настали времена, когда проблема нехватки пресной воды в мире приобретает глобальный характер. По прогнозам ООН через двадцать